

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЦЕСАХ РЕСТРУКТУРИЗАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

**Н.С. Педченко**, доктор економічних наук, професор, перший проректор

*Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна*

**М.М. Шинкаренко**, магістрантка фізико-математичного факультету

*НПУ імені М.П. Драгоманова, м. Київ, Україна*

*У статті розглянуто основні елементи структурної політики держави та взаємозв'язки, що виникають між ними. Описано процес формування та основні етапи побудови математичних моделей, які використовуються для аналізу економічних систем. Розглянуто види моделей, які можуть використовуватися при реструктуризації національної економіки держави.*

*Ключові слова: модель, економіко-математичне моделювання, національна економіка, структура економіки, реструктуризація.*

DOI: 10.21272/1817-9215.2017.3-12

### ВСТУП

Будь-яка соціально-економічна система являє собою складну систему, в якій взаємодіють десятки і сотні економічних, технічних і соціальних процесів, що постійно змінюються під впливом зовнішніх умов. Зважаючи на це, наслідки помилок при прийнятті рішень в економічній сфері настільки великі, що для того щоб їх уникнути використовується економіко-математичне моделювання. Економіко-математичне моделювання є важливим інструментом управління і має на меті прийняття обґрунтованих рішень і оцінку їх наслідків.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою дослідження є обґрунтування важливості застосування математичних моделей в структурній політиці держави, та визначення основних економіко-математичних моделей, які можуть бути використані в процесі реструктуризації національної економіки.

### РЕЗУЛЬТАТИ

Національна економіка є складною системою господарювання. При цьому, економіка будь-якої країни як системний об'єкт дослідження має певну структуру, тобто сукупність елементів або підсистем та зв'язків між ними. Так національна економіка має складну зовнішню і внутрішню структуру, яка формально є динамічною взаємодією окремих сегментів ринку і їх елементів та формально може бути розглянута за рядом функціональних макроекономічних і мікроекономічних пропорцій (наприклад, між сукупним попитом і сукупною пропозицією, продуктивністю праці та зарплатою, інвестиціями заощадженнями, експортом і імпортом продукції, тощо).

Отже, під структурою економіки можна розуміти співвідношення, що відображають взаємозв'язки і взаємозалежності окремих частин економіки, окремих її секторів та галузей [1].

Основними критеріями визначення структури національної економіки є обсяги виробленої та реалізованої на ринку продукції та послуг, що надаються, кількість зайнятого населення, обсяг спожитого капіталу. Так, виконуючи своє призначення, економічна система забезпечує розміщення ресурсів, виробляє продукцію, розподіляє предмети споживання та здійснює накопичення. Наглядно ознайомитися з елементами простої структури економічної системи можна на рис. 1.

Економіка як складна система є підсистемою суспільства, але в свою чергу вона складається з виробничої і невиробничої сфер, які взаємодіють між собою. Сутність взаємодії між суспільством та економічною системою визначає подвійну роль людини у суспільному виробництві – як агента виробничого процесу, тобто як об'єкта, та як суб'єкта, заради якого цей процес, власне, і здійснюється. Тобто кожна особа виконує подвійну роль – з одного боку, як споживач, а з другого – як виробник. Окрім робочої сили (носія знань та вмінь) матеріальними ресурсами є природні ресурси (зокрема земля, енергія сонця, тощо) та засоби виробництва.

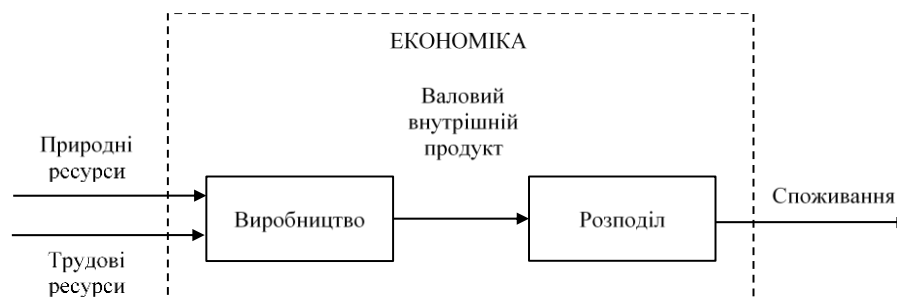


Рисунок 1 – Структура економічної системи

Слід зазначити, що для ефективного функціонування національної економіки необхідна її раціональна структура, яка є прерогативою держави. Тому самостійно ринкова система не здатна цілеспрямовано формувати раціональну структуру економіки.

Раціональна структура економіки – це така система виробництва і його грошово-фінансового, кадрового, науково-технологічного обслуговування, згідно з якою сформовано необхідні кооперації для виготовлення кінцевої продукції в такій кількості і такій якості, що відповідає попиту і ринку збуту, а виробництво здатне вдосконалюватися і розвиватися.

Головною метою державної структурної політики повинні стати – формування та підтримка сучасної ефективної екологічно-безпечної раціональної структури національної економіки. Але перелік основних напрямків державної структурної політики постійно змінюється в залежності від актуальних завдань і умов розвитку національної економіки. При цьому, такі зміни не завжди приводять до позитивних наслідків. В такому випадку виникає необхідність структурної перебудови економіки, або інакше кажучи в процесі реструктуризації економіки.

Реструктуризація – це зміни в структурі національної економіки, які виводять державу на принципово вищий рівень суспільного розвитку і знаменують його послідовний перехід на більш високий рівень економічного і соціального розвитку [2].

За умов реструктуризації національної економіки державне управління соціально-економічними та виробничими системами перетворюється в складну задачу, що вимагає спеціальних засобів і методів їх вирішення. Наразі розроблений надзвичайно різноманітний арсенал математичних засобів для аналізу та вдосконалення економічних структур, які виокремилися в систему економіко-математичного моделювання.

Під економіко-математичною моделлю розглядається сукупність взаємопов'язаних математичних залежностей (рівнянь або нерівностей), що формально відображають умови функціонування реальних економічних об'єктів. Іншими словами, економіко-математична модель – це математичне відображення досліджуваного економічного об'єкта або процесу, за допомогою якого вивчається

його функціонування і оцінюється зміна його ефективності при можливих змінах вхідних характеристик. Багаторазова ж реалізація економіко-математичних моделей в цьому процесі і називається економіко-математичним моделюванням. Таким чином, під економіко-математичним моделюванням можна розуміти побудову і вивчення за допомогою засобів обчислювальної техніки економіко-математичної моделі, здатної замінити досліджуваний об'єкт [3].

Практичними завданнями економіко-математичного моделювання є:

- аналіз економічних об'єктів і процесів;
- економічне прогнозування, передбачення розвитку економічних процесів;
- вироблення управлінських рішень на всіх рівнях господарської ієрархії управління.

В результаті використання математичних методів досягається більш повне вивчення впливу окремих факторів на узагальнюючі економічні показники діяльності, зменшення термінів здійснення аналізу, підвищується точність здійснення економічних розрахунків, вирішуються багатомірні аналітичні завдання, які не можуть бути виконані традиційними методами.

Однак, доцільно звернути увагу і на такі дві особливості економіки як об'єкта моделювання:

- в економіці неможливо використовувати моделі подібності, котрі широко застосовуються в техніці, неможливо побудувати точну копію економічної системи в масштабі 1:1000 і на ній моделювати різні варіанти економічної політики;
- в економіці можливості локальних економічних експериментів гранично обмежені, оскільки всі її складові тісно взаємопов'язані, а отже, «чистий» експеримент є практично неможливим [1].

Процес управління з використанням моделей можна розглядати як метод знаходження найкращих рішень для аналізу поведінки реальної економічної системи без безпосереднього експериментування з самою системою (рис. 2).



Рисунок 2 – Процес управління з використанням моделі

Як бачимо з рис. 2, прямий шлях, що веде до оптимального рішення, замінюється обхідним, що включає побудову і оптимізацію відповідної моделі. Таким чином, економіко-математичне моделювання дає можливість знаходити істину не шляхом дорогих спроб і помилок, а за допомогою формування рекомендації з управління економікою, спираючись на міцний фундамент наукового передбачення.

Етап I – побудова моделі

1) Ідентифікація об'єкта або процесу

Полягає у визначенні характеристик об'єкта і виявленні доданих до нього впливів та відповідно його реакцій за допомогою спостереження та статистичної обробки отриманих даних.

У процесі ідентифікації об'єкта повинні бути виявлені параметри, що визначають процес його функціонування (параметризація). Параметризація, як правило, не може

бути виконана на основі чітко визначених процедур і багато в чому визначається досвідом і інтуїцією дослідника. Іноді для створення повноцінної моделі доводиться замінювати і уточнювати список істотних параметрів, а також коригувати їх оцінки. До того ж в міру розвитку досліджуваного процесу одні параметри можуть втрачати своє значення, інші навпаки збільшувати. Так що процес параметризації може бути тривалим і безперервним.

## 2) Специфікація моделі

На підставі попереднього аналізу розглянутого економічного об'єкта або процесу складається специфікація моделі. Це один з етапів побудови економіко-математичної моделі, на якому в математичній формі виражаються виявлені зв'язки і співвідношення, а значить, параметри і змінні. Іншими словами, специфікація моделі є вибір форми зв'язку змінних.

Специфікація моделі не є щось раз і назавжди задане. В ході використання моделі склад і співвідношення врахованих в ній факторів може уточнюватися, оскільки в ході виконання специфікації моделі можуть бути допущені помилки. Помилкою специфікації називається неправильний вибір типу зав'язків і співвідношень між елементами моделі, а також вибір в якості істотних змінних і параметрів, які насправді такими не є, і, нарешті, відсутність в моделі деяких істотних змінних. Якщо модель включає більше одного математичного виразу, то прямо або побічно в кожному математичному вираженні повинні бути присутніми змінні моделі. Якщо та чи інша умова, що характеризує процес функціонування об'єкта, не може бути виражена через змінні моделі, то слід переглянути перелік змінних.

Під ідентифікацією параметрів моделі розуміється вибір змінних моделі, а також виду та параметрів її рівнянь з подальшою їх оцінкою на основі статистичних даних, отриманих в результаті спостереження або експерименту. При формуванні моделі дуже важливим моментом є побудова одного або декількох аналітичних виразів, які визначають взаємозв'язок змінних і параметрів моделі та відображають процеси, що моделюються. Модель може містити одне рівняння або нерівність або систему рівнянь чи нерівностей. В її складі можуть бути логічні висловлювання, а також виділене деяке рівняння, що характеризує якість об'єкта з певної точки зору.

Процес ідентифікації об'єкта і специфікації моделі повторюється багаторазово. З кожним циклом модель уточнюється, особливо коли мова йде про моделі, що призначені для практичних розрахунків. В останньому випадку до моделі пред'являються додаткові вимоги з боку технології алгоритмізації і програмування.

## Етап II – вивчення моделі

Це кількісне значення оцінених параметрів. Цей етап полягає у визначенні чисельних значень істотних параметрів моделі, виявлених на попередніх етапах аналізу досліджуваного об'єкта або процесу. Параметри моделі у числовому виразі оцінюються за даними, отриманими шляхом економічного експерименту і статистичного спостереження – найчастіше методом найменших квадратів, метод максимальної вірогідності, а також деякими іншими статистичними методами. При цьому вирізняють суттєві параметри та суттєві змінні.

Суттєві параметри – параметри, відібрані в процесі аналізу об'єкта моделювання як необхідні і достатні для його характеристики з урахуванням мети моделювання.

Суттєві змінні – елементи економіко-математичної моделі, значення яких (показники, звані координатами системи) служать характеристикою системи, що моделюється. Оскільки число показників може бути нескінченним, доводиться відбирати головні, без яких модель втрачає сенс. Інші змінні при цьому не беруться до уваги. Однак вони несуттєві не взагалі, а лише для даного завдання.

## Етап III – перенос знань з моделі на оригінал

Після побудови моделі визначається її тип і обирається відповідний цьому типу метод вирішення. Часто вибір методу пов'язаний з певними труднощами, які полягають в тому, що відповідний метод взагалі відсутній, і тоді необхідна його

розробка, обраний спосіб потребує модифікації, щоб врахувати конкретні особливості і умови задачі.

При неможливості отримати точне рішення моделі використовуються наближені алгоритмічні схеми. В даному випадку під алгоритмом розуміється точне розпорядження послідовності дій, що перетворюють вихідні дані в результат. При наявності відповідної вихідної інформації, алгоритм є тим механізмом, який в кінцевому підсумку дозволяє отримати рішення будь-якої економіко-математичної задачі.

Етап IV – перевірка та застосування

На кожному етапі побудови моделі дотримуються певних правил, які полягають у випробуванні і перевірці прийнятих рішень. Це дозволяє виявляти і усувати недоліки, найбільш типовими з яких є: включення в модель несуттєвих для даного завдання змінних, ігнорування в моделі істотних змінних, недостатньо точна оцінка параметрів моделі, тощо. Ускладнюючи модель, щоб зробити її більш чіткою необхідно знати, чи компенсує отримана точність результатів обчислювальні труднощі. І, навпаки, вирішуючи виключити який-небудь елемент з моделі, щоб зробити її простіше, необхідно оцінити втрати в її достовірності, тобто чи не обійдуться вони дорожче, ніж виграш від спрощення розрахунків.

Ефективним шляхом практичного моделювання також є використання готових моделей аналогічних об'єктів або процесів з необхідними уточненнями, а також окремих блоків моделі – стандартних модулів, сукупність яких утворює пошукову модель (модульний принцип) [4].

В нашому випадку для опису процесів зміни в структурній політиці держави і реструктуризації її економіки доцільно приділити увагу оптимізаційним та балансовим моделям.

Оптимізаційні моделі використовуються для опису процесів, на які можна впливати, намагаючись отримати поставлену мету. В цьому випадку в модель входить один або кілька параметрів, що можуть бути змінені. Основне завдання побудови оптимізаційних моделей полягає в знаходженні екстремуму функцій при заданих обмеженнях у вигляді систем рівнянь і нерівностей. З огляду на те, що в рамках сучасних економічних систем більшість процесів є масовими і описуються складними закономірностями, побудова оптимізаційних моделей дозволяє охарактеризувати будь-який процес за допомогою математичних рівнянь і раціонального підходу до моделювання.

Оптимізаційні моделі призначені для виявлення найкращого рішення при дотриманні заздалегідь заданих, визначених і конкретизованих умов та обмежень. Оптимізаційна модель описується за допомогою цільової функції, що має багато аргументів. В ході оптимізації за допомогою сконструйованої функції переглядається безліч значень аргументів по черзі до тих пір, поки значення функції стане задовольняти поставленим умовам в рамках оптимізаційної моделі.

Передумовою побудови оптимізаційної моделі є визначення її елементів. До обов'язкових елементів оптимізаційної моделі відносяться [5]:

1) Змінні параметри процесу

Являють собою сукупність невідомих величин, значення яких визначаються в ході рішення оптимізаційної задачі і використовуються для оптимального функціонування економічного процесу.

2) Обмеження оптимізаційної задачі

Правильне визначення обмежень оптимізаційної задачі є важливою умовою адекватної моделі. Разом з тим необхідно уникати надмірного ускладнення моделі, що затруднить підготовку даних, процес вирішення і аналіз отриманих результатів. З іншого боку не можна допускати занадто спрощеної реалізації моделі, що неминуче призведе до отримання неадекватної моделі, яка не відповідає реальному економічному процесу.

3) Критерій оптимальності

Повинен відповідати наступним базовим вимогам:

- має забезпечуватися глобальним критерієм, з яким пов'язано рішення оптимізаційної задачі;
- необхідний облік економічних наслідків прийнятих рішень, сформованих на основі результатів рішення оптимізаційної задачі;
- необхідне виключення однакових за величиною витрат;
- слід враховувати поточну економічну ситуацію у відношенні господарюючого об'єкта.

Оптимізаційні задачі можна розглядати як прості математичні моделі прийняття управлінських рішень в рамках системи планування і управління господарською діяльністю. Але часто буває, що оптимізація не призводить до істотного поліпшення якості. Це означає, що досягнутий рівень розвитку вже зараз близький до оптимального. Однак нерідко оптимізація розкриває значні резерви поліпшення. Наприклад, розрив між нинішнім станом і оптимальним виявляється настільки великим, що виникає питання – чи немає принципово нових шляхів розвитку даної галузі.

Однак з оптимізацією є і суттєві складності:

- іноді навіть найнезначніші зміни в умовах завдання можуть привести до вибору альтернатив, які суттєво відрізняються;
- оскільки будь-яка система є підсистемою деякої більшої системи, то оптимізація в підсистемі не обов'язково призведе до того ж результату, що і при оптимізації системи в цілому;
- деякі цілі взагалі неможливо описати кількісно, а для оптимізації завжди потрібен кількісний критерій.

Оскільки ефективний розвиток національної економіки можливий лише в разі забезпечення оптимальної відповідності певних співвідношень вимогам об'єктивних економічних законів, зокрема вартості, попиту і пропозиції, то проблема підтримки та забезпечення оптимальної пропорційності та збалансованості національної економіки є центральною проблемою як теорії, так і практики регулювання економіки та структурної політики держави. Відсутність же оптимальної збалансованості та рівноваги в структурних елементах економіки обумовлює виникнення економічних криз, інфляції [1]. Тому також широко застосовуються при економіко-математичному моделюванні економічних систем і процесів балансові моделі.

В основі створення цих моделей лежить балансовий метод, тобто метод взаємного зіставлення наявних матеріальних, трудових і фінансових ресурсів та потреб в них. Якщо описувати економічну систему в цілому з математичної точки зору, то під балансовою моделлю розуміється система рівнянь, кожне з яких виражає вимогу рівноваги між виробленою кількістю продукції окремими економічними об'єктами та сукупною потребою в цій продукції. При такому підході розглянута система складається з економічних об'єктів, кожний з яких випускає деякий продукт, який часто споживається іншими об'єктами системи, а інша частина виводиться за межі системи як її кінцевий продукт. Балансовий метод і створені на його основі балансові моделі служать основним інструментом підтримки пропорцій в народному господарстві. Для виявлення диспропорцій використовуються балансові моделі, в яких фактичні ресурси зіставлялися б не з їх фактичним споживанням, а з потребою в них.

Основа інформаційного забезпечення балансових моделей в економіці становить матриця коефіцієнтів витрат ресурсів за конкретними напрямками їх використання.

Найбільш поширеними балансовими моделями є модель міжгалузевого балансу. В основу цієї схеми покладено розподіл сукупного продукту на дві частини: проміжний і кінцевий продукти. Все народне господарство представлено у вигляді сукупності галузей (маються на увазі чисті галузі), при цьому кожна галузь фігурує в балансі як така що виробляє продукцію і як така, що споживає.

Розглянемо схему міжгалузевого балансу в розрізі його складових частин.

Виділяють чотири частини, що мають різний економічний зміст, вони називаються квадрантами балансу [1].

1) Перший квадрант – це шахова таблиця міжгалузевих матеріальних зв'язків.

2) У другому квадранті представлена кінцева продукція всіх галузей матеріального виробництва, при цьому під кінцевою розуміється продукція, що виходить зі сфери виробництва в область кінцевого використання – на споживання і накопичення. Другий квадрант характеризує галузеву матеріальну структуру національного доходу, а в розгорнутому вигляді також і розподіл національного доходу на фонд нагромадження і фонд споживання, структуру споживання і накопичення по галузях виробництва і споживачам.

3) Третій квадрант також характеризує національний дохід, але з боку його вартісного складу як суму чистої продукції та амортизацію. Чиста продукція розуміється при цьому як сума оплати праці та чистого доходу галузей.

4) Четвертий квадрант балансу відображає кінцевий розподіл і використання національного доходу, а також містить амортизаційні витрати. В результаті перерозподілу спочатку створеного національного доходу утворюються кінцеві доходи населення, підприємств, держави. Дані четвертого квадранта важливі для відображення в міжгалузевій моделі балансу доходів і витрат населення, джерел фінансування капіталовкладень, поточних витрат невиконавчої сфери, для аналізу загальної структури кінцевих доходів по групах споживачів.

Балансові моделі не містять будь-якого механізму порівняння окремих варіантів економічних рішень і не передбачають взаємозамінності різних ресурсів, що не дозволяє зробити вибір оптимального варіанту розвитку економічної системи. Цим визначається обмеженість балансових моделей і балансового методу в цілому. Також слід зазначити, що з багатьох причин вихідні дані реальних господарських об'єктів не можуть бути використані в балансових моделях безпосередньо, тому підготовка інформації для введення в модель є досить серйозною проблемою. Так, при побудові моделі міжгалузевого балансу використовується специфічне поняття чистої або технологічної галузі, тобто умовної галузі, яка об'єднує весь вироблений продукт незалежно від відомчої підпорядкованості та форм власності підприємств і фірм. Перехід від господарських галузей до чистих галузей вимагає спеціального перетворення реальних даних господарських об'єктів.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, в статті було розглянуто основні елементи структурної політики держави та умови, що призводять до необхідності впровадження процесів реструктуризації національної економіки. Як бачимо, при аналізі структурних змін в національній економіці, робота з моделлю, а не з самим об'єктом спостереження, може значно впливати на оперативність отримання детальної і наочної інформації, що розкриває взаємозв'язки, кількісні характеристики і якісні параметри системи. При цьому, багаторазово зменшуються матеріальні і трудові витрати, властиві експериментальним підходам, які дають, як правило, лише крупиці потрібної інформації.

## SUMMARY

*The main elements of the structural policy of the state and the interconnections arising between them are researched. The process of formation and the main stages of the construction of mathematical models used for the analysis of economic systems is described. The types of models that can be used in the restructuring of the national economy of the state are considered.*

*Key words: model, economic-mathematical modeling, national economy, structure of economy, restructuring.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мельникова В.І. Національна економіка : Навч. посіб. 2-ге вид. перероб. та доп. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 248 с.

2. Манів З.О. Регіональна економіка: Навч. посібник / З.О. Манів, І.М. Луцький, С.З. Манів. – Л. : Магнолія – 2006 – 562 с.
3. Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем : Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2006. – 432 с.
4. Власов М.П. Моделирование экономических процессов / М.П. Власов, П.Д. Шимко. – Ростов н/Д : Феникс – 2005 – 409 с.
5. Левандовская, И.В. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / И.В. Левандовская, И.С. Дмитренко, О.Н. Кузнецова, Н.С. Грудкина. – Краматорск : ДГМА, 2008. – 157 с.